



TITLE:

# Evolution and Flare Activity of $\delta$ -spots in Cycle 23( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Takizawa, Kan

---

CITATION:

Takizawa, Kan. Evolution and Flare Activity of  $\delta$ -spots in Cycle 23. 京都大学, 2015, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2015-11-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19359>

RIGHT:

許諾条件により本文は2016-08-11に公開

( 続紙 1 )

京都大学	博 士 ( 理 学 )	氏名	滝澤 寛
論文題目	Evolution and Flare Activity of $\delta$ -spots in Cycle 23		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p><math>\delta</math> (デルタ) 型黒点は、フレア活動が活発であることが知られている (Künzel, 1960; Zirin and Liggett, 1987; Sammis et al., 2000)。著者らは, <math>\delta</math> 型黒点について太陽活動第 23 期 (1996-2007) の、主に SOHO/MDI のマグネトグラム、可視光のデータを用いて研究した (本研究では <math>\delta</math> 型黒点の代表として、その複合型である <math>\beta\gamma\delta</math> 黒点群を用いているが、煩雑さを避けるため、以下ではすべて <math>\delta</math> 型黒点とする)。なかでも、太陽面上で誕生時から観測できた 31 群の磁場のトポロジー (特に浮上磁束管の twist と writhe : 磁束管の軸を中心としたひねりが twist であり、軸そのもののよじれが writhe) に注目し、以下の結果を得た。① トポロジーの観点から、浮上時の <math>\delta</math> 型黒点は主に次の 3 つの型に分類できる。すなわち、Quasi-<math>\beta</math> 型 (双極黒点群であるベータ型に準じるもの)、Writhed 型 (磁束管の軸が強くねじれているもの)、Top-to-Top 型 (複数の磁束管が立体的に衝突するもの) である。② Quasi-<math>\beta</math> 型、Writhed 型、Top-to-Top 型の順に複雑な磁場構造をもち、その構造が複雑になるにつれて、フレア活動度も活発になる。③ Writhed 型の twist と writhe の符号はよく一致する。④ 活発な <math>\delta</math> 型黒点では、磁束管の中央部に、下向きの kink 構造 (コブ状のよじれ) が広く見られる。⑤ <math>\delta</math> 型黒点のフレア活動度は、その黒点面積ばかりではなく、磁場のトポロジーの複雑さとも強い相関関係がある。⑥ フレアインデックス (フレアから発生する軟 X 線のピーク値の観測期間中の積分値) と黒点暗部面積との間には、スケーリング則が存在する可能性が示唆される。</p> <p>活発な <math>\delta</math> 型黒点に注目する一方で、著者らは崩壊期にある不活発な <math>\delta</math> 型黒点についても研究した。不活発な <math>\delta</math> 型黒点群 NOAA 9957 において、著者らは持続的で顕著な光球面下降流 (数時間に及ぶ 1500-1700 m/s の下降流) をその磁気中性線付近で検出した。該当する場所では、黒点半暗部が縮小し消滅する様子が同時に観測された。著者らは、この現象を磁束管の沈み込みの 1 例であると解釈した。以下にこの研究のまとめを述べる。① 急速に崩壊する <math>\delta</math> 型黒点群 NOAA 9957 において、その磁気中性線近傍で、持続的で顕著な光球面下降流を検出した。② 複数の下降流が間歇的に観測され、その平均持続時間はおよそ 12 時間であった。③ 下降流領域の近傍では、磁気中性線の両側から 5 時間にわたって水平方向の収束流が観測された。著者らは、大きな 2 つの正極黒点から発するモートフローが、この現象を引き起こしている、あるいは促進していると考えた。④ 磁気中性線近傍の複数の沈み込み現象は、フラックスキャンセレーションと呼ばれる正負の磁極の打ち消し合いや乏しいフレア活動度と対応している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

太陽面上の各層においては、太陽磁場が渦状の構造やねじれた構造をもつことが、古くから知られている。また、太陽系における最大のエネルギー解放現象であるフレア活動も、こうした太陽磁場における磁力線のねじれと関係が深いことが知られている。太陽黒点磁場のなかでもっとも複雑なタイプである $\delta$ 型黒点は、フレア活動の頻度と規模が他のタイプを凌駕していることから、多くの研究者が $\delta$ 型黒点とエネルギー解放現象の関係に注目してきた。

本申請論文は、 $\delta$ 型黒点の発生期と衰退期の2つの段階にそれぞれ注目した、申請者が筆頭著者として太陽物理学に関する国際レビュー誌に発表した2つの論文を柱としている。

申請論文は、その主要な課題として、太陽活動周期第23期の間に太陽面上に出現した $\delta$ 型黒点をターゲットに、SOHO衛星のデータを用いて太陽黒点の浮上磁場の初期段階の発展とフレア活動との関係の解明に取り組んでいる。

磁場のトータルなねじれを表現する磁気ヘリシティに着目する研究は、Chaeらの研究(2001)をはじめ、今までに数多く存在するが、 $\delta$ 型黒点全体のトポロジーを浮上磁束管のTwistとWritheに注目して評価する本研究の方法はシンプルではあるが非常にユニークである。また、黒点磁場の水平面速度場を用いた渦度・循環の導出も、原理は単純だが、今まであまり試みられた例がない。こうしたユニークな発想と手法で得られた成果が、下向きのコブ状の構造をもつ浮上磁束管の姿である。 $\delta$ 型黒点はその磁場構造の複雑さから、それがどのように形成されるのかが十分にわかっていなかった。たとえば四重極構造をもつタイプでは、2つの異なる磁束管に由来するものとする研究者も多かった。本研究の具体的成果のひとつは、こうした四重極構造の $\delta$ 型黒点は2つの異なる磁束管の浮上ではなく、下向きにねじれている1つの連続した構造をもつ磁束管の浮上と解釈できる、というものである。複雑な磁場構造をもつ $\delta$ 型黒点ほどフレア活動が活発であることを確かめたことも、Sammisらの先行研究(2000)の発展として評価できる。

申請論文の2番目の柱は、 $\delta$ 型黒点の末期・崩壊期に注目した内容になっている。エネルギー解放現象が活発であるがゆえに注目される $\delta$ 型黒点であるが、その崩壊・消滅については研究が乏しい。1つの活動領域ではあるが、磁気中性線近くの収束流、下降流および半暗部消失が同時に確かめられ、ベクトルマグネトグラムの観測結果ともあわせて、磁束管の沈み込みという描像が得られている。申請論文の主要部分とあわせて、 $\delta$ 型黒点の生成と死滅を考える上での有力な手掛かりが得られたものと考えられる。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年8月4日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。